

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR**

2019/2020



TII

**A FADIGA NAS TRIPULAÇÕES E NOS ELEMENTOS DE MANUTENÇÃO
NA FORÇA AÉREA PORTUGUESA**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL
REPUBLICANA.**

**Telmo Filipe Lourenço Martins
Capitão Piloto Aviador**



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

A FADIGA NAS TRIPULAÇÕES E NOS ELEMENTOS DE
MANUTENÇÃO NA FORÇA AÉREA PORTUGUESA

CAP/PILAV Telmo Filipe Lourenço Martins

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2019/2020 2ª Ed

Pedrouços 2020



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**A FADIGA NAS TRIPULAÇÕES E NOS ELEMENTOS DE
MANUTENÇÃO NA FORÇA AÉREA PORTUGUESA**

CAP/PILAV Telmo Filipe Lourenço Martins

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2019/2020 2ª Ed

Orientador: TCOR/MED Sofia Vidigal e Almada

Coorientador TCOR/TMMA Nuno Santos Loureiro

Pedrouços 2020



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, **Telmo Filipe Lourenço Martins**, declaro por minha honra que o documento intitulado **A fadiga nas tripulações e nos elementos de manutenção na Força Aérea Portuguesa** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do **Curso de Promoção a Oficial Superior – Força Aérea 2020** no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, **16 de julho de 2020**

Telmo Filipe Lourenço Martins



Agradecimentos

Este trabalho de investigação, apesar de redigido e elaborado pelo autor, é fruto do apoio de diversas pessoas que ao longo destes 5 meses, contribuíram e inspiraram, direta e indiretamente, sendo que é imprescindível o seu agradecimento.

À minha orientadora, Tenente Coronel Sofia Almada, pela disponibilidade demonstrada ao longo de todo este processo.

Aos entrevistados que disponibilizaram o seu tempo precioso para contribuírem com o seu *know how* e experiência, elevando assim o resultado deste trabalho.

Ao Capitão Piloto Aviador Miguel Pousa, camarada e amigo, aviador de excelência, que tem partilhado ao longo destes 17 anos os mesmos valores e o mesmo espírito pela aviação.

Ao Capitão Piloto Aviador Bruno Silveira, amigo fiel, pelos conselhos, pelas longas conversas, viagens de carro entre Beja e Lisboa, que contribuíram para o fortalecimento da amizade e camaradagem que perduram há 17 anos.

Aos meus pais, irmão, sogra e cunhada por me apoiarem sempre que necessário.

Termino com o agradecimento mais importante e com mais significado para mim, à minha esposa Alexandra Martins que me apoiou, orientou, cuidou, sempre com o seu jeito terno, amigo e amável. Obrigado Xanda por tudo o que és e tens sido para mim, sem ti nada disto teria acontecido, és o meu orgulho e a minha força que tornou este trabalho possível.



Índice

1. Introdução.....	1
2. Enquadramento teórico e concetual	4
2.1. Revisão da literatura e conceitos estruturantes	4
2.1.1. A fadiga na aviação.....	4
2.1.2. Causas da fadiga	6
2.1.3. Sintomas de fadiga.....	8
2.1.4. Gestão de fadiga atual na FAP.....	9
2.2. Modelo de análise	9
3. Metodologia e Método.....	10
3.1. Metodologia	10
3.2. Método.....	10
3.2.1. Participantes e procedimento	10
3.2.2. Instrumentos de recolha de dados	10
3.2.3. Técnicas de tratamento de dados	11
4. Apresentação dos dados e discussão dos resultados.....	12
4.1. Análise das causas e efeitos da fadiga nas tripulações e elementos de manutenção	14
4.1.1. Causas da fadiga	14
4.1.1.1. Falta de sono	16
4.1.1.2. Ritmos circadianos.....	17
4.1.1.3. Stress térmico.....	19
4.1.2. Sintomas e efeitos	19
4.1.3. Consumo de substâncias	21
4.1.4. Contramedidas	21
4.1.4.1. Contramedidas em voo	22
4.1.4.2. Contramedidas antes e após o voo.....	22
4.1.4.3. Contramedidas para elementos de manutenção	23
4.1.5. Síntese conclusiva e resposta à QD1	24
4.2. Gestão da fadiga na FAP	24
4.2.1. Informação e aplicação	25
4.2.2. RFA 500-2 Regulamento de Serviço Aéreo	26



4.2.3. Gestão da fadiga nos elementos de manutenção	27
4.2.4. Síntese conclusiva e resposta à QD2	28
4.3. Resposta à QC.....	29
5. Conclusões.....	30
Referências Bibliográficas.....	33

Índice de Apêndices

Apêndice A – Modelo de Análise.....	Apd A – 1
Apêndice B – Guiões das entrevistas semiestruturadas.....	Apd B – 1

Índice de Anexos

Anexo A – Método de bandeiras no sistema FITS	Anx A – 1
---	-----------

Índice de Figuras

Figura 1 – Padrão independente de sono e temperatura durante 24 horas	7
Figura 2 – <i>Fighter Index of Thermal Stress</i> (FITS).....	8
Figura 3 – Causas, sintomas e consequências da fadiga.....	14
Figura 4 – Efeitos deteriorantes da <i>performance</i> em voo reportados devido a fadiga	20
Figura 5 – Estratégias de mitigação de fadiga	22
Figura 6 – Restrições no trabalho devido ao fator fadiga.....	23
Figura 7 – Condição de bandeiras, baseado apenas nas leituras de WBGT	Anx A – 1



Resumo

Dada a conjuntura atual da FAP (Força Aérea Portuguesa) no que diz respeito a recursos, nomeadamente humanos, torna-se cada vez mais habitual a necessidade de prolongar tempos de serviço para além das horas normais de serviço, resultando uma maior preocupação relativamente a reações de fadiga. Apesar dos tempos de descanso e de trabalho estarem definidos para tripulantes, a fadiga é um fator silencioso no que diz respeito à segurança de voo. Para além dos tripulantes, numa Esquadra de Voo também os elementos de manutenção estão sujeitos a longos períodos de trabalho ininterrupto que pode pôr em causa a sua *performance*, não existindo neste último caso qualquer regulamentação para tempos máximos de serviço.

Este estudo investiga as condições de fadiga a que tripulantes e elementos de manutenção da FAP estão sujeitos na atualidade, com base em análise documental, entrevistas feitas a militares experientes que desempenham estas funções, bem como a um profissional especializado do setor de saúde da FAP.

Recorrendo a uma metodologia de raciocínio indutivo, assente numa investigação qualitativa e no desenho de pesquisa de estudo de caso, concluiu-se que o fator fadiga afeta efetivamente quer as tripulações de voo como os elementos de manutenção. A gestão de fadiga nos tripulantes pode ser melhorada em algumas situações específicas, e a gestão de fadiga nos elementos de manutenção não existe de forma regulamentada na FAP, trazendo algumas preocupações no que concerne à prevenção de acidentes.

Palavras-chave

Fadiga, *Crew rest*, *Crew duty day*, Tripulação, Força Aérea, Equipas de manutenção, Segurança de voo



Abstract

Considering the current PoAF (Portuguese Air Force) conjecture regarding resources, particularly human, the need to increase normal duty day is becoming more common, resulting in a major concern about fatigue associated reactions. Although there is regulation about the need for rest and duty limits for aircrew, fatigue is a silent factor regarding flight safety. Besides aircrew members on a Flight Squadron, there is maintenance personnel who is also exposed to long periods of uninterrupted work which can affect performance. For these, there is no regulation for hours of service limits.

This study reflects on how aircrew members and maintenance personnel are affected today, regarding document analysis and interviews performed to experienced and specialized military, including on health sector.

Based on an inductive reasoning methodology, with a qualitative research strategy and a case study research design, a conclusion was made reporting that fatigue effectively has an impact on aircrews and maintenance personnel, increasing the risk on flight safety.

Fatigue management on aircrew can be upgraded on specific issues, and there is no written regulation in PoAF regarding fatigue management for maintenance personnel rising concerns about aviation safety.

Keywords

Fatigue, Crew rest, Crew duty day, Crew, Air Force, Maintenance teams, Flight safety



1. Introdução

Nas últimas décadas, verificou-se na aviação civil um crescente número de voos e pessoas a viajar para os mais diversos destinos. A Associação Internacional de Transportes Aéreos (IATA, 2018), estimou que em 2037 haja um aumento para o dobro relativamente a 2017. Com este aumento significativo que se tem vindo a verificar ao longo dos anos, e que se prevê continuar após encontrada solução para a pandemia atual, a exigência às tripulações e equipas de manutenção aumenta, havendo uma maior sujeição a condições que causam fadiga e que se pode manifestar de diversas maneiras. Com vista a melhorar a segurança de voo, foram criados tempos máximos de atividade aérea assim como períodos de descanso obrigatório respeitando o Decreto-Lei n.º 139/2004 de 5 de junho.

A aviação militar difere em muitos aspetos da aviação civil, sendo as condições a nível físico mais exigentes (Dhaliwal & Carter, 2019). A par da evolução das características do Poder Aéreo (NATO, 2016), também a exigência a nível físico e psicológico dos tripulantes aumentou – maior velocidade e altitude implica uma maior resistência ao fator gravidade e alterações de pressão atmosférica, maior autonomia exige uma maior sujeição temporal, maior flexibilidade de emprego implica também uma maior disponibilidade por parte dos tripulantes. Nos tempos de hoje, a FAP encontra-se empenhada em diversas missões em território nacional e internacional de carácter bastante exigente para as suas tripulações e elementos de manutenção. A nível nacional, a FAP, entre outras missões, é responsável pela Defesa Aérea (CSDN, 2014) e pelo Serviço de Busca e Salvamento Aéreo, de acordo com o Decreto-Lei n.º 253/95 de 30 de setembro, missões que envolvem muitos recursos humanos e materiais. A nível internacional, de acordo com Decreto-Lei n.º 233/96 de 7 de dezembro, a FAP é empenhada em diversas missões, nomeadamente humanitárias e de paz no âmbito da União Europeia e da NATO (*North Atlantic Treaty Organization*), como é o caso, por exemplo, da missão *Operation Sea Guardian* conforme Portaria n.º 306/2020 de 26 de março do Gabinete do Ministro da Defesa Nacional. Para a FAP conseguir contribuir eficazmente nestas missões, é exigido um grande esforço às Esquadras de Voo por forma a manter a prontidão de aeronaves e qualificações dos tripulantes (Vicente, 2019).

A par deste aumento de solicitações, verifica-se também um défice muito elevado de efetivos nas Forças Armadas, fazendo com que os que permaneçam nas fileiras sejam constantemente sujeitos a um esforço tremendo (CEMGFA, 2019). Assim, consegue-se perceber que o empenho da FAP, aliado ao diminuído número de efetivos, poderá originar



uma frequente fadiga nos militares e contribuir para um preocupante decréscimo da segurança de voo.

Este tema insere-se assim no âmbito da segurança de voo e do estudo do comportamento humano face a situações de fadiga ocupacional. As tripulações de voo são regidas por períodos de atividade máxima, assim como por períodos de descanso obrigatório, sendo a fadiga resultante de longos períodos de voo caracterizada por sintomas específicos, mas por vezes dificilmente detetáveis. Frequentemente, é necessário prolongar a atividade aérea de tripulantes e tempos de trabalho de equipas de manutenção para além das horas de serviço normais por diversos motivos, sendo este prolongamento traduzido posteriormente em maiores reações de fadiga. Apesar dos tempos de descanso e de trabalho estarem definidos para cada tipologia de aeronave, o cansaço acumulado é um fator silencioso no que diz respeito à segurança de voo. Não obstante esta situação, numa Esquadra de Voo os elementos de manutenção estão igualmente sujeitos a longos períodos de trabalho ininterrupto que pode pôr em causa o seu desempenho. Neste último caso, não existe qualquer regulamentação para tempos máximos de serviço.

Assim, com este trabalho, pretende-se criar conhecimento que beneficie a FAP, identificando-se fragilidades que estão sujeitas a originar incidentes, ou até mesmo acidentes, causados por erro humano.

Com o aumento de solicitações por parte da sociedade e de entidades internacionais à FAP, existe uma grande necessidade de manter um elevado nível de aprontamento das aeronaves e tripulações operacionais. Paralelamente, pela diminuição constante que se tem vindo a verificar nos últimos anos do efetivo de militares da FAP, surge a necessidade de compreender qual o impacto que a fadiga tem nas tripulações de voo e nas equipas de manutenção e, por consequente, na atividade operacional.

O objeto de estudo desta investigação recairá na gestão de fadiga em tripulantes e elementos de manutenção da FAP e esta encontra-se delimitada (Santos & Lima, 2019) nos domínios:

- Temporal, considerando o presente com as condições atuais de combate à fadiga existente na FAP, e o futuro, com uma presumível alteração ou acréscimo, mais próximos das condições de trabalho que vivemos hoje;
- Espacial, na FAP, reforçando com o estudo de práticas adotadas por congéneres militares;
- De conteúdo, nos conceitos de fadiga, *crew duty day* e *crew rest*.



Neste enquadramento, este estudo tem como objetivo geral avaliar a possibilidade de otimizar a gestão da fadiga nas tripulações e nos elementos de manutenção na FAP, tendo como base dois objetivos específicos:

OE1 – Analisar as causas e efeitos da fadiga em tripulações e elementos de manutenção.

OE2 – Analisar a gestão da fadiga em tripulações e elementos da manutenção na FAP.

Estes objetivos procuram encontrar resposta à questão central desta investigação, *será que é possível otimizar a gestão da fadiga em tripulações e elementos de manutenção da FAP?*

O presente estudo encontra-se organizado em cinco capítulos, correspondendo a introdução ao capítulo primeiro. No segundo é feito um enquadramento teórico e conceptual que serve de base à investigação. O terceiro capítulo é dedicado à apresentação da metodologia e método utilizados. No quarto capítulo são apresentados os dados, discutidos os resultados e é dada resposta à questão central deste trabalho. O quinto, e último capítulo, tem como finalidade apresentar as conclusões, os contributos para o conhecimento, indicar as limitações identificadas e propor recomendações de ordem prática.



2. Enquadramento teórico e concetual

Neste capítulo é apresentado o estado da arte e conceitos base do tema, seguindo-se o modelo de análise.

2.1. Revisão da literatura e conceitos estruturantes

2.1.1. A fadiga na aviação

A fadiga é um fator preocupante na aviação civil e militar, sendo frequentemente atribuída como consequência de longos períodos de serviço aéreo, a horários e ritmos circadianos disruptivos, e falta de sono (Caldwell J. A., 2005). É definida pela *International Civil Aviation Organization* (ICAO) como um estado psicológico de capacidades reduzidas mentais ou físicas resultante de insónias, alteração dos ciclos circadianos, longos períodos atividade, excesso de trabalho, que pode prejudicar e reduzir a atenção do tripulante, assim como a capacidade de operar a aeronave em segurança (ICAO, 2015). A fadiga pode resultar de uma situação específica, como referido anteriormente, ou do efeito acumulado de diversas situações (EMFA, 2010).

O desempenho cognitivo é a capacidade de processar pensamentos e despoletar uma atividade intelectual consciente, refletida, por exemplo, em tempos de reação, resolução de problemas, atenção vigilante e memória. A fadiga é, de uma forma simplificada, um estado fisiológico do qual resulta um decréscimo de capacidade para realizar tarefas cognitivas (FAA, 2010) e essa limitação ganha especial relevo quando confrontada com a segurança de voo.

Apesar de a fadiga ser há muitos anos apresentada como um fator contribuinte em reportes de acidentes na aviação, a séria atenção para com este tema surgiu apenas depois da ocorrência de dois grandes acidentes, sumariamente descritos abaixo.

Em 28 de Janeiro de 1986, o desastre do *space shuttle Challenger* foi justificado com um vasto conjunto de fatores humanos. Não querendo ceder a um reagendamento do lançamento, engenheiros e cientistas receberam instruções para reparar o *shuttle* de um problema nos tanques de combustível verificado poucos dias antes da data prevista para o lançamento, porém, o problema não foi corretamente resolvido e, após apenas 2 minutos da descolagem, ocorreu uma explosão e consequente total destruição. A falta de sono, turnos excessivos de serviço, efeitos de disrupção de ritmos circadianos e o resultante estado de fadiga dos operadores constituíam uma preocupação, mas não foram impeditivos na toma de decisão em não alterar a data de lançamento (NASA, 1986).



Sete anos mais tarde, a importância do fator fadiga foi reforçada pelo reporte de acidente da *National Transportation Safety Board* (NTSB) que ocorreu em 18 de Agosto de 1993 com um DC-8-61 em Cuba. Uma tripulação experiente perdeu o controlo da aeronave na final da aproximação à pista da US Naval Air Station em Guantanamo Bay, e embateram no solo a cerca de 400 metros a oeste da soleira. Os passageiros sobreviveram, mas com sérias lesões. Apresentaram-se para serviço na véspera em Dallas às 23h00, descolando para Detroit via St. Louis, às 24h00, aterrando no destino às 03h25. Descolaram depois às 06h20 de Detroit e aterraram em Atlanta, terminando o serviço por volta das 08h00. No entanto, uma vez que companhia precisou que realizassem uma viagem adicional, os tripulantes voltaram ao serviço. Descolaram assim de Atlanta às 10h10 rumo a NAS Norfolk, chegaram às 11h40. Descolaram de NAS Norfolk às 14h13 em condições IFR (*instrument flight rules*) e chegaram a Guantanamo Bay às 16h56. Nesta altura eles já tinham cumprido quase 18 horas de serviço num horário fora de ritmo circadiano normal. A NTSB determinou que entre as causas deste acidente estiveram as alterações no julgamento, as tomadas de decisão e capacidades de voo do comandante e restantes tripulantes devido aos efeitos da fadiga, a inadequada limitação de tempos de voo e tempos de serviço, e as circunstâncias corporativas que levaram ao prolongamento das horas de voo/serviço e resultante fadiga dos tripulantes (NTSB, 1994).

Em 1999, Brent Hayward, psicólogo aeronáutico, manifestou a inquietude de, apesar dos avanços da tecnologia, ainda não existir um modo adequado de abordar os problemas gerados pela fadiga nas operações aeronáuticas, e que, enquanto em 1940 70% dos acidentes eram atribuídos à *performance* humana (Meier Muller, 1940), em 1999 haveria quem sugerisse que esta percentagem rondaria os 100% (Hayward, 1999).

Em 2005, a procura de estabelecer limites de horas de voo e garantir períodos mínimos de descanso de tripulantes conseguiu, até um certo ponto, mitigar dificuldades relacionadas com a fadiga no *cockpit*, no entanto, permanecia também claro que muito ainda haveria a fazer acerca desta ameaça insidiosa (Caldwell J. A., 2005).

Com o alerta lançado perante este fator, diversas regulamentações a nível internacional procuraram criar critérios e normas para a gestão da fadiga em tripulantes, nomeadamente da ICAO, em várias *Standard and Recommended Practices* (SARPs), no Anexo 6 - *Aircraft Operations*, e elaborou manuais como o *Fatigue Management Guide for Airline Operators*, que visam uma correta gestão do risco causado pela fadiga.



2.1.2. Causas da fadiga

A fadiga é particularmente perigosa por ter um carácter “invisível”, atuando antes do momento em que se toma consciência da sua ação (Hawkins, 1987). Este estado pode ser uma das consequências dos problemas do sono e de situações de stress, podendo alguns sintomas ser considerados de elevada gravidade, nomeadamente rápida inanição (enfraquecimento extremo), falta de energia constante, exaustão, cansaço físico e mental, e apatia (Valko, Bassetti, Bloch, Held, & Baumann, 2008). A falta de, ou insuficiente/inadequado sono, é o fator que mais influencia a fadiga (Caldwell J. A., 2005) pois é durante o sono que se dá a restauração das capacidades mentais e físicas (Hirshkowitz, et al., 2016). A fadiga é maioritariamente afetada pelo tempo do último sono, altura do dia e tempo de serviço (Caldwell, 2005; ICAO, 2012).

As funções biológicas do corpo de um ser humano funcionam como um relógio acertado com precisão, as várias partes trabalham em uníssono para manter o corpo em homeostase (equilíbrio interno estável entre determinados limites). No entanto, quando uma parte não funciona na sua normalidade, tende a perturbar outras partes vitais e destabilizar a homeostase (Brown & Antunano, 2009). Este relógio biológico, também conhecido como relógio circadiano, encontra-se localizado num pequeno grupo de células intrinsecamente rítmicas enraizado no cérebro e geram sinais elétricos mais rapidamente durante o dia do que durante a noite (ICAO, 2015). Ao serem influenciadas e sincronizadas por fatores (ambientais) externos, como por exemplo a luz, uma série de reações acaba por acontecer de uma forma ritmada.

O quadro seguinte mostra o ritmo circadiano da temperatura corporal de 18 pilotos de aeronaves de transporte noturno em dias de descanso, isto é, em dias que dormiram durante a noite (Gander, et al., 1998). Este padrão é muito robusto, ou seja, mesmo que o padrão normal do sono e do estado “desperto” seja interrompido, o ciclo de temperatura tende a permanecer inalterado.

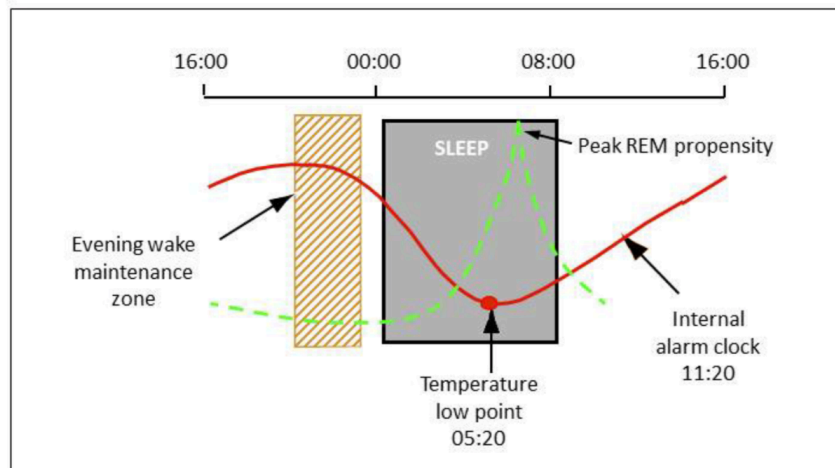


Figura 1. Padrão independente de sono e temperatura durante 24 horas.

Fonte: Adaptado a partir de Gander, 1998, cit. por ICAO, 2015.

Se uma pessoa está acordada às 04-06 horas da manhã, a sua temperatura está em “queda” e é a esta hora que é mais difícil estar desperto. Esta queda em temperatura corporal parece estar ligada a uma queda de estado de alerta e de *performance* no Homem (CAA, 2002).

Um estudo realizado na Noruega com 12095 indivíduos, permitiu estabelecer também uma relação próxima entre a fadiga e o stress psicológico, concluindo, no entanto, que são condições distintas podendo ser medidas separadamente. A base desta conclusão reside no facto de 6% dos indivíduos que foram indicados com fadiga severa não sofrerem de problemas de saúde mentais ou físicos (Bultmann, Kant, Kasl, Beurskens, & van den Brandt, 2000).

Outra causa que tem sido abordada por algumas Forças Aéreas relaciona-se com o stress térmico, sendo a fadiga considerada como a consequência resultante mais perigosa deste stress quando se consideram tripulantes (Capt. Iltis, 1986). Os efeitos primários do calor são a perda de água e de sais através da transpiração e os seus efeitos gerais englobam sintomas que vão desde o aumento do rendimento cardíaco e náuseas até às câibras de calor e fadiga. Em 1979 foi desenvolvido um índice baseado no *Wet Bulb Globe Temperature* (WBGT) denominado *Fighter Index of Thermal Stress* (FITS) com o intuito de servir de referência e controlo para as unidades aéreas americanas (Nunnely & Stribley, 1979). Foi criada uma tabela baseada na temperatura e ponto de orvalho e realizados estudos considerando as roupas dos tripulantes, o seu metabolismo e estado fisiológico. A tabela seguinte representa o FITS atual mais utilizado.



TEMPERATURA DO AR (GRAUS C)	ZONA	HUMIDADE RELATIVA (%)							
		10	20	30	40	50	60	70	80
21	NORMAL	19	20	22	23	24	26	27	28
24		22	23	25	26	28	29	30	31
27		24	26	27	29	31	32	33	34
30		26	28	30	32	33	35	36	37
32		28	31	33	34	36	38	39	41
35		31	33	36	37	39	41	42	44
38	CUIDADO	33	36	38	40	42	44	46	47
40		35	38	41	43	45	47	49	50
43		37	41	43	46	48	50	52	53
46	PERIGO	39	43	46	48	51	53	54	57
49		42	46	48	51	54	56	58	60

Figura 2. *Fighter index of thermal stress (FITS).*

Fonte: Adaptado a partir de Guia de Fisiologia de Voo da Secção de Treino Fisiológico, Centro de Medicina Aeronáutica da FAP, 2020.

Na zona de “Cuidado”, fora de um ambiente devidamente aclimatizado, é aconselhado um limite máximo de 90 minutos de exposição, e na zona de “Perigo” considera apenas 45 minutos, para além de um tempo de recuperação mínimo de 2 horas.

Tripulantes e elementos de manutenção podem estar sujeitos a situações significativas de stress térmico em operações de chão e de baixa altitude quando em aeronaves de *canopies* de vidro. Exemplos desta situação é a necessidade de os voos de *TB-30* terem que ser realizados antes das horas normais de serviço em Beja durante o pico do verão, e a dificuldade de operações nas placas a estas horas nesta altura do ano (acontecendo frequentemente a temperaturas superiores a 40°C), uma vez que são locais de grande refletividade térmica.

2.1.3. Sintomas de fadiga

De acordo com o manual adotado pela Escola de Manutenção Aeronáutica do Centro de Formação Militar e Treino da FAP, CAP715 - *An Introduction to Aircraft Maintenance Engineering Human Factors for JAR66* da *UK Civil Aviation Authority* (CAA, 2002), os sintomas de fadiga podem incluir:

- Perceção diminuída (visão, audição, etc.) e uma falta geral de consciência;
- Diminuição de capacidades motoras e reações lentas;
- Problemas de memória curta;
- Concentração canalizada – fixação num aspeto único pouco importante, negligenciando outros e deixando de manter uma visão global;
- Distração fácil para assuntos pouco importantes;



- Julgamento fraco e tomar decisões que levam a um aumento de erros;
- Humor anormal – alterações irregulares, depressão, periodicamente exaltado e energético;
- Padrões diminuídos do seu próprio trabalho.

2.1.4. Gestão de fadiga atual na FAP

Na FAP estão definidos períodos máximos de trabalho para tripulantes com o intuito de gerir a fadiga resultante do voo. Considera-se que o período de atividade aérea tem início na apresentação do tripulante no local de trabalho e apenas termina uma hora após aterragem do último voo ou quando o último tripulante terminar o serviço (EMFA, 2010). Por forma a caraterizar este período, é adotado o termo *crew duty day*, baseado no termo *flight duty period* da Força Aérea dos Estados Unidos (USAF), o qual corresponde ao período contínuo de atividade aérea compreendido entre a apresentação do primeiro tripulante para a missão, *briefing* ou tarefa de serviço, até ao corte dos motores do último voo da missão (USAF, 2016).

Este termo só faz sentido existir se se tiver em consideração, consequentemente, um período de descanso adequado, denominado por *crew rest* e que é relativo a todo o tempo em que o tripulante está dispensado de todas as atividades de serviço, com o objetivo de recuperar da fadiga. O modo como o tripulante usa o tempo de descanso para recuperar é da sua inteira responsabilidade. O *crew rest* deve ser contínuo, e é requisito que o tripulante esteja acomodado em local adequado para uma recuperação eficaz (ICAO, 2010).

2.2. Modelo de análise

O modelo de análise seguido neste trabalho de investigação encontra-se apresentado no Apêndice A.



3. Metodologia e Método

Expõem-se aqui a metodologia e o método que conduzem a presente investigação.

3.1. Metodologia

A abordagem metodológica adotada respeita os conceitos definidos por Santos e Lima (2019) que define três fases:

- Exploratória, recorrendo a análise documental e enquadramento concetual, entrevistas exploratórias e formulação do problema, objetivos e questões registados no modelo de análise (Apêndice A);
- Analítica, orientada para a recolha, apresentação e análise dos dados das entrevistas e da análise documental;
- Conclusiva, norteadas para a avaliação e discussão dos resultados, dos contributos para o conhecimento, limitações, sugestões para estudos futuros e recomendações.

Em termos de raciocínio, o presente estudo é indutivo, uma vez que, de acordo com Santos e Lima (2019), da observação de factos particulares estabelece generalizações através da sua associação. Recorrer-se-á a uma estratégia de pesquisa qualitativa, que considera uma relação indissociável entre o mundo real e a subjetividade do sujeito (Santos & Lima, 2019) com reforço quantitativo, sendo o desenho de pesquisa assente num estudo de caso.

3.2. Método

Apresenta-se neste ponto os intervenientes, o procedimento, os instrumentos de recolha de dados e as técnicas de tratamento de dados da fase analítica.

3.2.1. Participantes e procedimento

Participantes. O estudo integrou 12 intervenientes, criteriosamente selecionados por serem profissionais que já exerceram (e/ou ainda exercem) funções em Esquadras de Voo da FAP por um número de anos considerável, designadamente na posição de piloto comandante, mecânico de voo, chefe de manutenção e operador de manutenção. Foi também selecionado um médico especialista na área da neurologia, da vigília e do sono.

Procedimento. Após um primeiro contato com os participantes escolhidos a fim de questionar a disponibilidade para integrar a investigação e seu consentimento, foi enviado por *email* o guião da entrevista semiestruturada (Apêndice B) e respetiva anuência.

3.2.2. Instrumentos de recolha de dados

Foram construídos três guiões de entrevista semiestruturada, adaptados aos entrevistados (Apêndice B).



3.2.3. Técnicas de tratamento de dados

A metodologia qualitativa da análise de conteúdo alicerçou, conforme Fachada, na identificação de categorias emergentes e categorias *a priori* (enquadradas, respetivamente, no modelo aberto¹ e no modelo fechado²).

¹ “O modelo aberto (Silva et. al., 2004) é aquele em que as categorias são definidas no decorrer da análise (categorias emergentes das narrativas, conforme Stemier, 2001)” (Fachada, 2015, p.114).

² “O modelo fechado (Silva et. al., 2004) corresponde àquele em que as categorias são pré-estabelecidas com base num referencial teórico (categorias *a priori*, conforme Stemier, 2001)” (Fachada, 2015, p.114).



4. Apresentação dos dados e discussão dos resultados

Neste capítulo são estudadas e respondidas as questões formuladas para este trabalho de investigação, central e derivadas.

A fadiga na aviação tem sido discutida na comunidade científica de forma bastante consistente (Gander, et al., 1998), constatando-se que diminui capacidades e aumenta o risco da ocorrência de incidentes e acidentes (Rosekind, et al., 1994). Existem medidas subjetivas e objetivas que permitem estimar níveis de fadiga. As técnicas subjetivas são baseadas em reportes pessoais de sono e cansaço, enquanto que as objetivas consideram características fisiológicas do indivíduo obtidas por exames específicos, como por exemplo, de movimentos oculares, eletroencefalogramas e manifestações físicas do corpo (Goker, 2018). As ferramentas do método subjetivo consistem sobretudo em escalas construídas a partir de dados obtidos em inquéritos. Existem várias escalas validadas cientificamente, como é o caso da Fatigue Severity Scale (FSS) da neurologista Lauren Krupp (Krupp, LaRocca, Muir-Nash, & Steinberg, 1989), amplamente adotada em estudos de fadiga. Os dados obtidos por estes estudos, subjetivos e objetivos, em tripulantes, revelam uma relação nem sempre consistente (Goker, 2018) mantendo estes indivíduos em permanente situação de caso de estudo. Uma evidência que surgiu com a investigação sobre a fadiga na aviação, é a relação entre a duração dos voos e o nível de fadiga, que não é de todo linear, tendo já sido reportados alguns estudos que indicam que tripulantes que realizam voos de menos de 6 horas revelam maior fadiga do que tripulantes que voam mais de 6 horas seguidas, como é o caso dos estudos de Powell (2007), de Roach (2012), e do estudo realizado com pilotos portugueses de linha aérea de Reis (2013 e 2016). Este facto é visto como uma consequência da redução dos períodos de descanso (Roach, Sargent, Darwent, & Dawson, 2012), estando os pilotos de longo curso, por sua vez, expostos a fadiga por causas relacionadas com voos noturnos, *jet lag* e interferência com o ciclo do sono e ritmo de temperatura corporal (Gander, et al., 1998).

A par das descobertas científicas, as companhias de aviação civil seguem as práticas da ICAO através de *Fatigue Risk Management Systems* (FRMS) apoiadas em *Fatigue Risk Management Tools* (software de gestão e análise) (ICAO, 2011). Na FAP este assunto é trabalhado pelos GPA (Gabinete de Prevenção de Acidentes), estendendo-se para as Esquadras de Voo através dos OSVE (Oficial de Segurança de Voo da Esquadra), e mencionado nas formações periódicas da Secção de Treino Fisiológico.



Por outro lado, no caso dos elementos de manutenção, é de notar que, para além de haver também cada vez menos recursos humanos disponíveis, estes estão frequentemente sujeitos a ambientes potenciadores de estados de fadiga e com perigosidade associada (espaços reduzidos, demasiado quentes ou frios, elevados níveis de ruído, ferramentas de corte, etc.), para além do stress que este trabalho acarreta por haver prazos para cumprir ou estar simplesmente subjacente a relação da falha humana com a possibilidade da ocorrência de acidente ou incidente. A atenção dada à fadiga nestes elementos surge assim como um ponto indissociável na panorâmica de segurança de voo.

Em 1993, Gordon Dupont, especialista em segurança na aviação, introduziu o conceito *Dirty Dozen*, onde considera as 12 causas do erro humano (de carácter físico, fisiológico e psico-social) mais comuns na manutenção passíveis de resultar em acidente e incidente. Entre elas encontra-se a fadiga e, de acordo com o estudo realizado pela Capitã Engenheira Eletrotécnica Ana Prieto em *Fatores Humanos na Manutenção de Sistemas de Armas* (2013), a fadiga lidera os fatores da perspetiva *Dirty Dozen* com mais preponderância na manutenção da FAP aos olhos dos inspetores.

O GPA da IGFA (Inspeção Geral da Força Aérea) não tem, no entanto, uma estatística disponível sobre a percentagem de acidentes e incidentes na FAP que possam ter resultado do fator fadiga, dentro daquela que incumbe a erro humano.

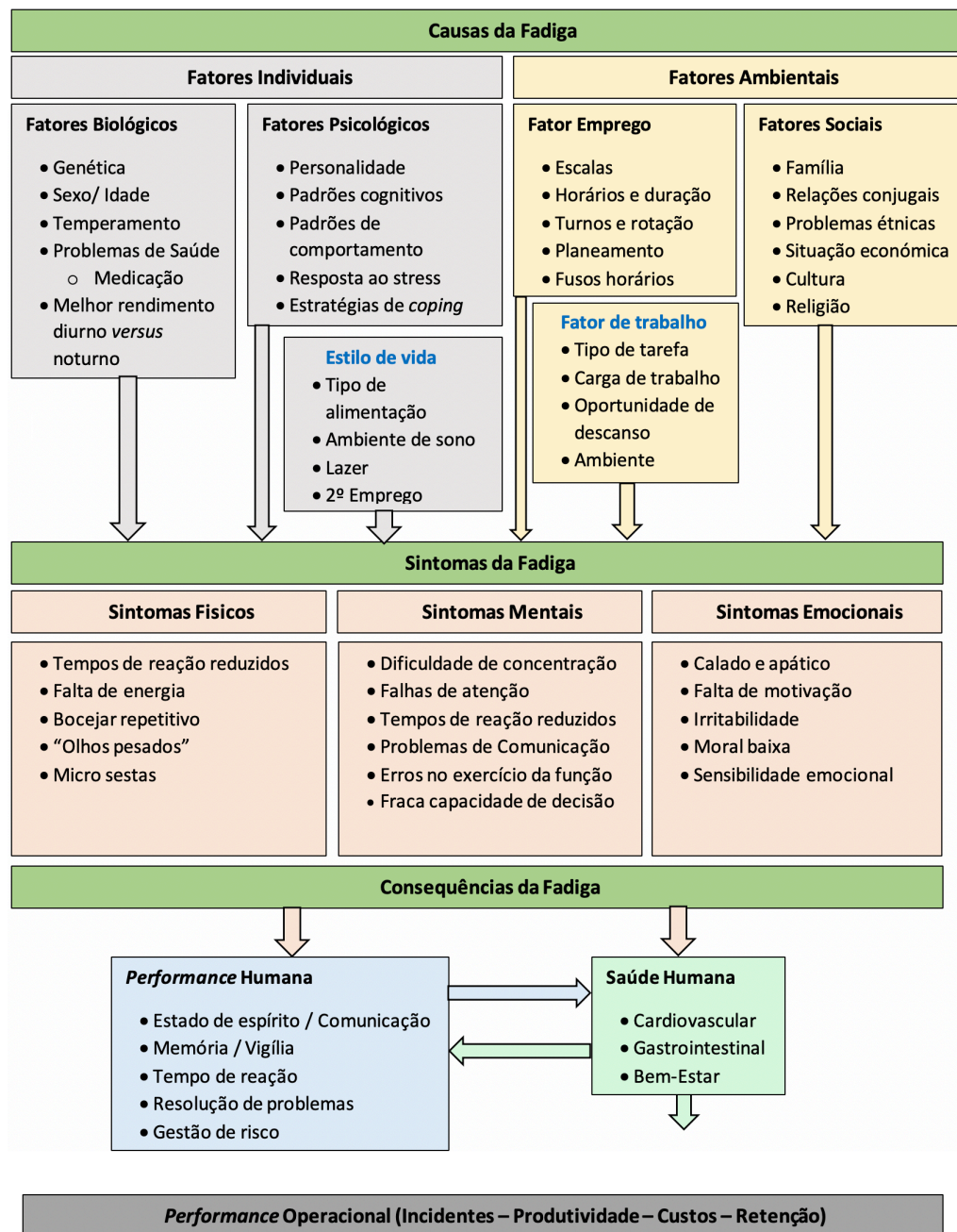


Figura 3 – Causas, sintomas e consequências da fadiga.

Fonte: Adaptado de Australian Civil Aviation Authority, 2012.

4.1. Análise das causas e efeitos da fadiga nas tripulações e elementos de manutenção

4.1.1. Causas da fadiga

A fadiga, como referido anteriormente, tem sido uma preocupação cada vez mais constante na aviação, sendo que os longos períodos de trabalho, alteração dos ciclos circadianos e o sono estejam apontados como principais causas deste problema (Caldwell J. A., 2005). Em 2006, um estudo realizado na USAF com 162 pilotos e navegadores com mais



de 3000 horas de voo de diferentes aeronaves, revelou que episódios de adormecer nos *cockpits* não intencionalmente eram comuns, bem como de agravamento de diminuição de desempenho, de *situational awareness* e de tempos de reação (Miller & Melfi, 2006). O mau planeamento das missões foi tido como o elemento catalisador de geração de fadiga em voo, pois apesar de os tripulantes terem recebido formação suficiente sobre diferentes contramedidas para combater a fadiga, os mesmos continuaram a reportar experiências de fadiga nos *cockpits*. A disrupção do ritmo circadiano, a falta de sono e o tempo de voo/serviço foram as três causas mais relevantes neste estudo, sendo que as duas primeiras são facilmente desencadeadas pelo mau planeamento de missões (horários fora do ritmo circadiano não imperativos, escolha sucessiva dos mesmos tripulantes não lhes permitindo descanso suficiente).

Nos dados obtidos em entrevistas a tripulantes da FAP com elevada experiência operacional, foram reportados como causas mais relevantes a falta de descanso, horários de trabalho desfasados ou irregulares, acumulação de trabalho/funções, tipologia de missão, alterações de ritmos circadianos, exposição a ruído e vibração prolongados, e muitas horas de voo seguidas sem interrupção das funções. Foi indicado que em destacamentos a falta de sono pode resultar num exponencial aumento de fadiga e que grandes dificuldades também ocorrem quando estes decorrem em ambientes onde se verificam valores de temperatura e humidade distintos do habitual.

Outra causa referida pelo entrevistado Coronel Piloto Aviador Hélder Rebelo, ex-Comandante da Base Aérea Nº 6, prende-se com um fator menos passível de ser controlado pela entidade gestora da fadiga, a instabilidade emocional. “*Da minha experiência quer como tripulante, quer como Comandante de Grupo Operacional ou de Unidade, identifiquei este problema da fadiga em várias situações, e vi o seu risco ser aumentado devido também às questões negativas que levanta ao nível do relacionamento familiar que criam instabilidade emocional nos tripulantes, desviando a sua atenção do planeamento e execução da missão, para os problemas familiares.*” O Coronel relembra, no entanto, que isto não quer dizer que os tripulantes das Esquadras queiram voar menos, e esta ambiguidade aparente, dependendo de cada tripulante, poderá ser minimizada com a elevada proficiência que poderão ter e sentir como um conforto, até determinado limite.

Esta situação é também mencionada pela *Civil Aviation Safety Authority of the Australian Government* (2012), a qual defende que fatores não diretamente associados com



o sono podem ter um impacto nos níveis de fadiga, tal como o stress emocional, alimentação inadequada e trabalho mental excessivo.

No que diz respeito a elementos de manutenção, foi constatado pela Capitão Ana Prieto (2013) que a pressão do trabalho e a fadiga são dois fatores interligados entre si, pois a pressão de ter as ações de manutenção bem executadas e em curto espaço de tempo leva a um maior desgaste dos mecânicos. Em acrescento, quando destacados o risco revela-se acrescido, “a falta de descanso, associado à pressão do ambiente de destacamento (clima, instabilidade social do país em que está a decorrer o destacamento), são também fatores que levam a que haja falhas/erros nas ações de manutenção”. De uma forma geral, os elementos causadores de fadiga identificados nas entrevistas a elementos de manutenção são a pressão de aprontamento de aeronaves, falta de recursos (materiais e humanos), ruído circundante, condições atmosféricas extremas, falta de iluminação e trabalhos minuciosos e específicos durante várias horas.

Em entrevista à Capitão Médica Cristiana Silva, neurologista e especialista na área da vigília e do sono, esta referiu que *“a fadiga é uma entidade complexa, que habitualmente inclui uma diminuição da capacidade física e mental resultante da alteração do ritmo circadiano, privação de sono e/ou excesso de horas de trabalho, dependendo também de fatores psicológicos. Quanto maior for a disfunção destes parâmetros, maior poderá ser a sensação de fadiga resultante.”* Acrescentou também que tem conhecimento de doentes com queixas de fadiga na FAP e que *“a recuperação depende dos fatores desencadeantes de cada caso, o grau de fadiga existente e outros fatores comórbidos, podendo variar entre alguns dias a vários meses”*.

Os efeitos da fadiga são cumulativos e podem resultar em desempenhos negativos, estando o grau de deteriorização relacionado mais com o número de horas que um indivíduo permanece acordado (do que propriamente com o nível ótimo de descanso), com as escalas inconsistentes, tempos longos de serviço, fraca qualidade do sono e o nível de envolvimento com a tarefa a realizar (Goker, 2018).

4.1.1.1. Falta de sono

A Capitão Médica Cristiana Silva indicou que a necessidade intrínseca de dormir é denominada pressão do sono, e esta pressão regula o ciclo de vigília-sono, juntamente com o ritmo circadiano. A privação do sono, ou seja, a diminuição do número de horas adequadas para cada indivíduo (que no adulto se considera 7 a 9 horas/dia), tem múltiplas consequências: diminuição da capacidade cognitiva, aumento do tempo de reação e



diminuição da atenção, assim como efeitos negativos no sistema cardiovascular, sistema imunitário e endócrino.

É referido pelos tripulantes e elementos de manutenção entrevistados que o tempo médio para adormecer num dia de ocupação normal é, de forma geral, entre 5 a 30 minutos. Quando se sentem mais cansados, foi apurado que esse tempo tanto pode ser bastante menor como maior, pois alguns indivíduos apesar de se sentirem muito cansados referem que, após longas horas de serviço, esse cansaço os impede de adormecer logo.

4.1.1.2. Ritmos circadianos

De acordo com a Capitão Médica Cristiana Silva, os ritmos circadianos são ritmos biológicos endógenos que têm uma duração aproximada de 24 horas, sendo influenciados por fatores externos, como a exposição à luz, a atividade, o exercício físico e a alimentação. Os ritmos circadianos afetam uma grande variedade de funções fisiológicas, nomeadamente endócrinas, gastrointestinais, motoras, respiratórias, cardiovasculares, assim como do sistema nervoso central, tendo um papel preponderante na regulação do ciclo sono-vigília. Uma disfunção do ritmo circadiano muitas vezes manifesta-se como uma alteração do ciclo sono-vigília. Essa disfunção pode ser devida a uma alteração dos fatores endógenos, como acontece nos distúrbios de atraso de fase ou avanço de fase de sono, ou dos fatores externos, como é o caso nos trabalhadores por turnos e no *jet-lag*. Estes distúrbios resultam na maioria das vezes em insónia, diminuição da eficiência do sono, privação do sono, sonolência diurna excessiva e sintomas de disfunção cognitiva. Podem ainda causar mal-estar geral, náuseas, irritabilidade e sintomas depressivos. Para além disso, existe uma associação destas patologias com um aumento do risco cardiovascular e de doenças metabólicas. Todos estes sintomas têm influência sobre a *performance* humana, reduzindo-a e aumentando a probabilidade de erros e de acidentes. A Capitão Médica Cristiana Silva referiu ainda que todos os sinais e sintomas associados à fadiga podem e devem ser identificados tanto pelo próprio, como pelos camaradas, devendo ser reportado ao médico aeronáutico da Unidade e/ou do Centro de Medicina Aeronáutica, de forma a fazer um diagnóstico e encaminhamento adequado.

Apesar de existirem vários fatores contributivos, é notório que uma grande quantidade de acidentes e incidentes envolvendo o erro humano aconteceram ou tiveram início nas primeiras horas do dia, fora do ritmo circadiano normal, quando a temperatura corporal e a capacidade de *performance* estão no seu ponto mais baixo.



No estudo de Miller & Melfi (2006) em 162 tripulantes americanos referido anteriormente, a disrupção do ritmo circadiano mostrou ser o fator de maior contribuição para a perda de sono e desencadear a fadiga nos tripulantes. Três quartos reportaram esta disrupção como uma das três maiores causas de fadiga em voo e quase um terço mencionou como sendo mesmo a causa principal.

Vários tripulantes entrevistados neste estudo também referiram a interrupção do ritmo circadiano como um dos principais fatores indutores de fadiga, sobretudo quando esta interrupção acontece durante vários dias seguidos. Um piloto experiente da Esquadra 601 referiu a dificuldade tida durante um destacamento de um mês em que as missões ocorreram dia sim dia não, com início às 02h00 e término às 16h00, e outro, da Esquadra 501, reportou o seguinte:

“O facto de muitas missões serem planeadas para a meia noite ou de madrugada faz com que muitas vezes os tripulantes não estejam tão frescos como deviam estar no início das missões. Aliado a isso, quando as missões são de pelo menos 3 dias, o cansaço vai gradualmente aumentando pelas exigências da própria missão. Temos o exemplo do Iraque, é uma missão que demora 3 dias, o primeiro troço tem por norma descolagem para a meia noite e chegada ao destino, Chipre, pelas 07h30Z, 09h30 locais, a tripulação chega normalmente ao hotel pelas 11h00 locais, muitos não vão dormir apesar do cansaço para evitar não conseguir dormir à noite. Este facto faz com que os três dias de missão ao nível de fadiga tenha um aumento exponencial mais parecendo uma missão de uma semana.”

Missões que são executadas em horários fora do ritmo circadiano tomam aqui também grande destaque, bem como quando o descanso é reduzido para oito horas. De uma forma geral, os tripulantes procuram encontrar uma forma de rentabilizar o descanso quando destacados, porém, os locais de descanso bem como a meteorologia distinta da usual, atuam como fatores de resistência à recuperação necessária.

A Capitã Médica Cristiana Silva indica ainda, sobre esta questão, que *“o trabalho noturno, principalmente o realizado durante a madrugada, entre as 02h00-06h00, durante o tempo de maior “pressão circadiana” para dormir pode levar a uma diminuição da performance e, consequentemente, a uma diminuição da produtividade e a maior número de erros e acidentes de trabalho. Considero que nesse caso devem ser adotadas medidas de minimização de fadiga, incluindo a diminuição de tempo de trabalho ininterrupto”*.



4.1.1.3. Stress térmico

Alguns tripulantes entrevistados referiram também o stress térmico como agente desencadeador de fadiga. Pilotos de *single seat* reportaram que no verão a desidratação é inevitável e que os instrutores têm em consideração o cansaço extra a que os alunos estão sujeitos, uma vez que eles próprios também se apercebem da diminuição das suas capacidades de instrução e performance nestas condições. Por outro lado, a mesma tipologia de missão no inverno resulta numa *performance* bastante melhorada.

Relativamente ao fator stress térmico, apesar da Secção de Treino Fisiológico já incluir nas suas formações referências a este tema, os Centros de Meteorologia da FAP não têm ainda indicações para alertar os trabalhadores quando níveis de FITS elevados ou de perigo se registam. Nas bases aéreas americanas, por exemplo, é adotado um método de uso de bandeiras para indicar níveis de maior preocupação em relação ao stress térmico e as quais estabelecem referências para condições de trabalho e exercício no exterior. (exemplo no Anexo A-1)

4.1.2. Sintomas e efeitos

Os tripulantes entrevistados referiram como sinais mais evidentes de fadiga o cansaço físico, sonolência, falta de concentração, “falhar nos básicos” (erros na execução de procedimentos *standard*), adormecer aos comandos, apatia, distração, irritação, elevada sensibilidade a avisos sonoros e menor capacidade ou frescura na tomada de decisão.

No estudo realizado por Miller & Melfi (2006), 73% dos tripulantes indicaram ter experienciado diminuição de *situational awareness* e 67% maior lentidão nos tempos de reação. Mais de 43% reportaram que a fadiga lhes provocou um aumento na distração e nos erros em procedimentos, enquanto outros referiram o esquecimento (41%) e apatia (33%). Um quarto dos intervenientes indicou que sofreram de fraco julgamento como resultado do estado de fadiga e 3% dos tripulantes referiu outros efeitos agravantes como a irritação, lentidão no discurso e fraca regulação da temperatura corporal.

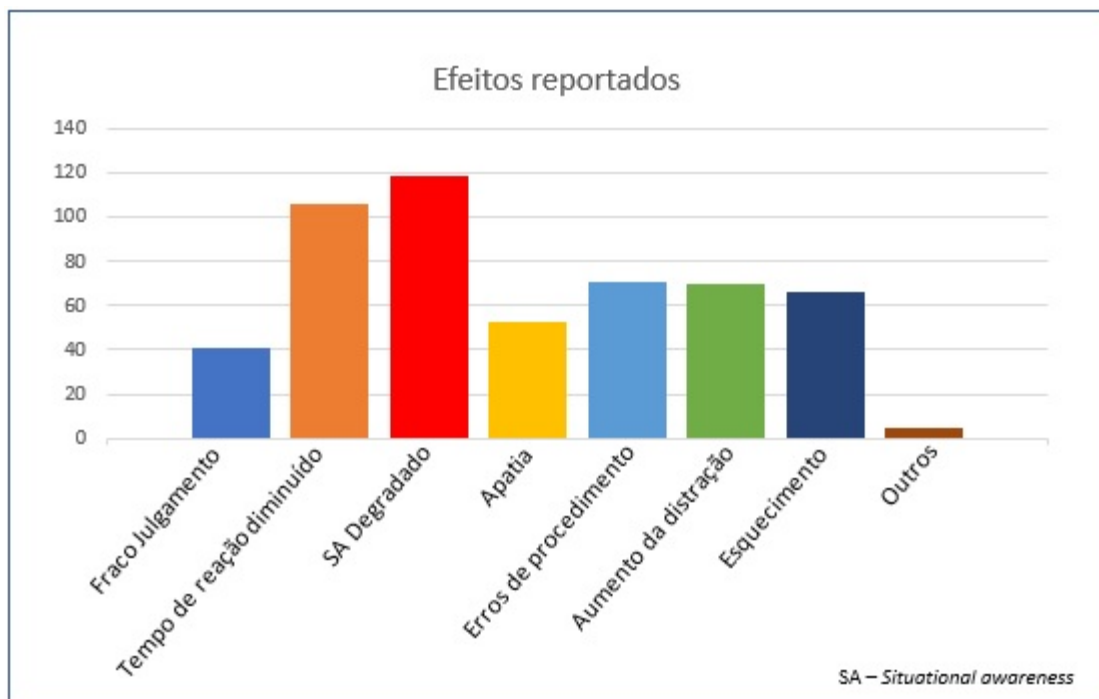


Figura 4 – Efeitos agravantes da *performance* em voo reportados devido a fadiga.

Fonte: Adaptado a partir de Miller & Melfi, 2006.

Outro ponto importante neste estudo prende-se com o facto de 97% dos tripulantes entrevistados ter admitido já ter adormecido não intencionalmente durante o voo, restando apenas 3% que indicaram nunca ter tido essa experiência.

De uma maneira geral, os dados reportados no estudo de Miller & Melfi (2006) vão de encontro aos reportados pelos tripulantes entrevistados neste trabalho de investigação, constatando-se assim, a sua credibilidade.

No caso dos elementos de manutenção, os sintomas mais referidos foram a falta de concentração, irritabilidade e menor capacidade de raciocínio.

Ao serem questionados se têm presente alguma missão que poderia ter corrido melhor porque a tripulação já estava a apresentar sinais de fadiga, os tripulantes entrevistados responderam todos que sim, que é notório que o cansaço influencia o desempenho, nomeadamente em missões com duração de 8 horas ou mais, missões de busca e salvamento (SAR) durante a noite depois de um dia inteiro de trabalho na Esquadra e, sobretudo, em destacamentos e em voos em que a descolagem ocorre durante a noite. Foi também referido que em missões longas, o cansaço reflete-se principalmente nos procedimentos de rotina que se têm como garantidos (arranques de motor, *checks* de descolagem, etc.). Um piloto comandante experiente de EH-101 referiu o seguinte exemplo: “*numa evacuação médica noturna, após deixar o paciente, é dito ao mecânico que adicione 1000kg de combustível,*



este entende que a aeronave deve ter no total 1000kg. A tripulação não se apercebe do erro e descola com combustível insuficiente”.

Relativamente aos elementos de manutenção, estes também referiram ter presente episódios que correram mal por haver pessoal a trabalhar com sintomas de fadiga. Reportes mais comuns são do género deste exemplo: *“o seal do capot da tubeira do motor, ficou danificado durante a instalação do mesmo, devido às horas excessivas de trabalho, e consequente cansaço acumulado dos mecânicos que executavam esta ação de manutenção”.*

4.1.3. Consumo de substâncias

Perante sintomas dificilmente controláveis, o consumo de substâncias poderá surgir como um escape ou estratégia de *coping*, isto é, um mecanismo cognitivo comportamental desenvolvido para lidar com as circunstâncias problemáticas internas e externas (Rodrigues, 2013) quando não está disponível uma resposta automática.

Ao contrário da USAF, onde medicação estimulante chegou a ser usada para manter tripulantes “mais acordados”, nomeadamente na Operação *Iraqi Freedom* em março de 2003, a FAP nunca aderiu a uma solução baseada em substâncias que pudessem ajudar a combater efeitos de fadiga. Apesar de nunca ter sido reportado nenhum acidente que tenha tido como contributo o efeito de *Go Pills* (*dextroamfetamina*, *Dexedrine*) (Caldwell & Caldwell, 2003), o uso de substâncias não foi visto pela maioria dos tripulantes americanos como uma solução benéfica, sobretudo por ser encarada como uma possível dependência. A FAP tem a mesma opinião, sendo uma hipótese completamente erradicada da mente dos seus tripulantes. De facto, nas entrevistas realizadas a tripulantes experientes, nenhum reportou tomar alguma substância/medicação para ajudar a combater a fadiga em voo, optando a maioria pelo café e um *snack* quando em voos longos. O mesmo se aplica quando questionados sobre a toma de substâncias ou bebidas para ajudar a adormecer quando é preciso trabalhar em horários fora do ritmo circadiano. A título de exemplo, a Capitão Médica Cristiana Silva referiu que o consumo de bebidas alcoólicas deve ser evitado como indutor de sono, tendo em conta que aumenta a fragmentação do sono e diminui a sua eficiência.

Os elementos de manutenção entrevistados referiram que também não recorrem ao consumo de substâncias para evitar situações de fadiga.

4.1.4. Contramedidas

As contramedidas aconselhadas a tripulantes baseiam-se essencialmente em hábitos que contribuem para um melhor estado de alerta durante o voo. Na figura seguinte estão



mencionados alguns exemplos referidos por Caldwell (2009), o autor mais referenciado neste assunto.

Fadiga – Estratégias de Mitigação	
Contramedidas em Voo	Contramedidas Antes e Pós Voo
<ul style="list-style-type: none">• Sestas no <i>Cockpit</i>• Pausas ativas• Capacidade de descanso a bordo• Escalas entre a tripulação• Luminosidade no <i>Cockpit</i>• Cafeína e hidratação• Refeições saudáveis	<ul style="list-style-type: none">• Medicação Indutora Sono/Vigília• Melhoramento do Sono e Alerta<ul style="list-style-type: none">○ Melhores praticas de sono○ Sestas○ Ajuste dos ritmos Circadianos○ Prática de exercício e boa condição física○ Alimentação saudável

Figura 5 – Estratégias de mitigação da fadiga.

Fonte: Adaptado de Caldwell et al, 2009.

4.1.4.1. Contramedidas em voo

Tripulantes entrevistados de aeronaves *long range* admitem que, quando possível, procuram fazer *power naps*, considerando-as como bastante benéficas para a recuperação de energia e reforce da atenção, mas, como é lógico, estão longe de serem consideradas como descanso repousante. A Capitã Médica Cristiana Silva confirma que na possibilidade de serem realizadas, e sempre que o tripulante as considere benéficas, a realização de pequenas sestas pode diminuir a fadiga e devem ser implementadas. Esta possibilidade de descanso durante o voo não é, no entanto, acessível a todos os tripulantes, e nestes, em particular, a fadiga é visível e a eficácia na execução/gestão da missão diminui.

A rendição de funções em voos numa tripulação reforçada é também considerada uma forte medida preventiva constatada por métodos objetivos de medição de fadiga (Eriksen, Akerstedt, & Nilsson, 2006). A hidratação, refeições saudáveis e a cafeína são frequentemente também referidas como soluções eficazes.

4.1.4.2. Contramedidas antes e após o voo

Para além de bons hábitos de sono e nutrição, existe documentação atual que aponta para sugestões estratégicas para mitigar a fadiga quando se consideram voos em horas fora do ritmo circadiano, como é o caso da sesta. Num estudo realizado com 253 pilotos que operam em voos internacionais na *Air New Zealand*, constatou-se que aqueles que adotam a estratégia de dormir uma sesta antes de um voo noturno revelaram níveis de fadiga significativamente menores do que aqueles que não o fazem (Petrie, Powell, & Broadbent, 2011). No que diz respeito ao ajustamento de ritmos circadianos, as estratégias baseiam-se



em atividades para induzir o sono e o estado de alerta para promover a adaptação do relógio intrínseco circadiano ao horário de trabalho (Wright, Bogan, & Wyatt, 2013).

De entre as várias contramedidas sugeridas para combater a fadiga encontra-se também o desporto. Para alguns indivíduos, o desporto parece ser uma solução razoável proporcionando um descanso de maior qualidade e por conseguir atuar no ciclo sono-vigília, ou seja, consegue atrasar a fase de sono quando praticado no final do dia (Goker, 2018). No entanto, esta medida por si só não é suficiente para garantir que irão ser evitados efeitos de fadiga durante um voo (Miller & Melfi, 2006).

4.1.4.3. Contramedidas para elementos de manutenção

As contramedidas mais referidas para evitar ou reduzir situações de fadiga na manutenção abordam essencialmente a implementação de escalas bem planeadas, estratégias de descanso (como as sextas), educação, dispensas de trabalho e, em alguns casos, tratamento médico (Hobbs, Avers, & Hiles, 2011). Numa abordagem com o intuito de minimizar o impacto de erros causados por fadiga, a *Advisory Circular* da FAA N°120-115 sobre a gestão do risco de fadiga em manutenções, menciona o seguinte quadro, adotando medidas restritivas consoante os níveis de fadiga observados.

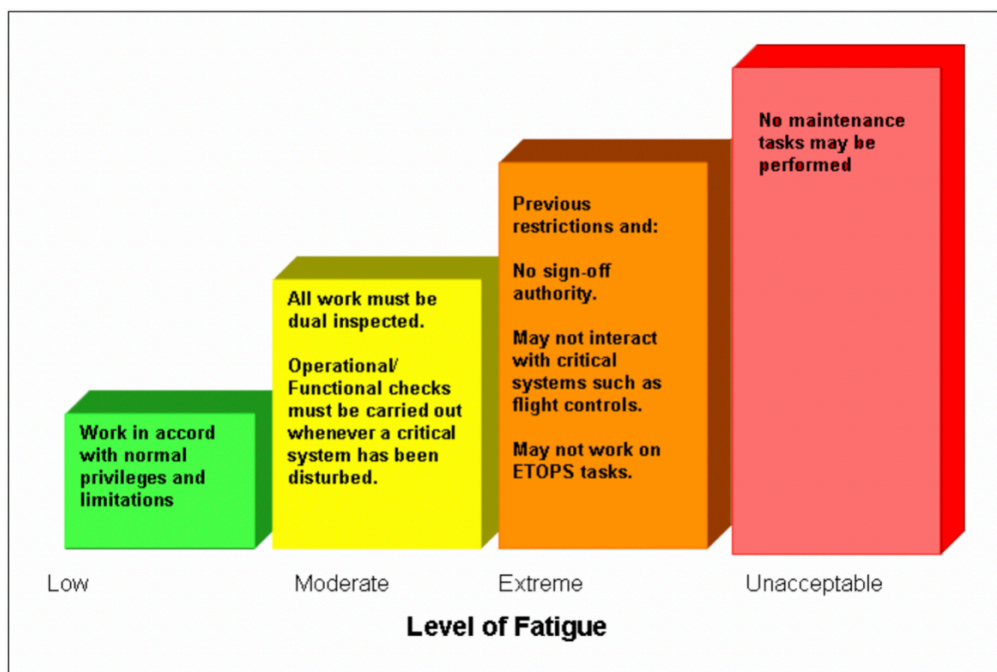


Figura 6 – Restrições no trabalho devido ao fator fadiga.

Fonte: FAA *Advisory Circular on Maintainer Fatigue Risk Management* No. 120-115 de 2016.



Nos EUA, na ausência de regulamentação geral acerca de limites de horas de serviço, os operadores são encorajados a desenvolver as suas próprias normas baseadas em factos científicos (FAA, 2016). A *New Zealand Civil Aviation Authority* (2007) é das poucas entidades que define limites de serviço para pessoal de manutenção – é exigido que antes de iniciar o trabalho, pelo menos 8 horas de descanso tenham acontecido nas precedentes 24 horas, e que pelos menos quatro períodos de 24 horas consecutivas de descanso tenham acontecido no mês precedente. A *Civil Aviation Administration of China* especifica também um máximo de 8 horas de serviço de manutenção por dia e um máximo de 40 horas por semana. A extensão do serviço é permitida apenas em circunstâncias especiais até um total de 11 horas por dia, não podendo, no entanto, ser ultrapassado o limite de 36 horas extra por mês (Hobbs, Avers, & Hiles, 2011). A UK CAA também não especifica limites de horas de serviço, porém, é complacente com as cinco normas de Simon Folkard (CAA, 2003): deve existir um limite de 12 horas por turno, nenhum turno deve ser estendido para lá das 13 horas, deve existir um intervalo de pelo menos 11 horas entre turnos, deve haver intervalos em cada 4 horas de trabalho e deve ser fornecida uma escala de serviço com a extensão de um mês.

4.1.5. Síntese conclusiva e resposta à QD1

Pelo analisado anteriormente, em resposta à QD1, *Quais as causas e efeitos da fadiga que mais atingem os tripulantes e elementos de manutenção?*, podemos concluir que vários tripulantes com elevada experiência já experienciaram momentos não intencionais de adormecimento aos comandos e de falta de concentração. Outros sintomas bastante reportados são a degradação do *situational awareness*, erros de julgamento e de procedimento que facilmente poderão comprometer a segurança de voo. As causas apuradas que mais influenciam e potenciam a fadiga são a falta de sono ou qualidade deste, alteração dos ritmos circadianos, sobrecarga de trabalho e mau planeamento.

4.2. Gestão da fadiga na FAP

Um piloto com sintomas de fadiga poderá ser indiferente à resolução do voo e sua *performance* operacional. Gerir o nível de fadiga é assim um passo importante na redução da tendência humana para o erro (Hawkins, 1987).

A gestão da fadiga refere-se ao método pelo qual a entidade responsável pelas operações aéreas se debruça sobre as implicações de segurança face ao fator fadiga. A ICAO, nas SARPs, nos vários Anexos e, em particular, no Doc. 9966, *Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches* (2016), refere dois métodos distintos de gestão de fadiga:



um que exige ao operador o cumprimento de tempos limite de serviço definidos pelo Estado, enquanto gere riscos de fadiga por processos de *Safety Management Systems*, e outro, baseado no desempenho, que requer ao operador a implementação de um FRMS. Os dois métodos apoiam-se em dois aspetos importantes, primeiro, baseiam-se em princípios científicos e experiência operacional, e segundo, uma vez que a fadiga é afetada por todas as atividades (não apenas trabalho), a sua gestão tem que ser uma responsabilidade partilhada pelo Estado, pelos operadores e pelos próprios indivíduos (ICAO, 2016). No que concerne à FAP, como já referido, a gestão da fadiga é realizada pelo cumprimento do Regulamento de Serviço Aéreo, pelas ações da Secção de Treino Fisiológico, pelos GPA e pelos OSVE das Esquadras de Voo, que relembram as contramedidas mais importantes para evitar este fator silencioso.

No estudo realizado com pilotos portugueses de linha aérea já mencionado, observou-se que, apesar destes mencionarem ter uma boa noção dos seus níveis de fadiga, optam por não reportar estes episódios no relatório confidencial de fatores humanos (Reis, Mestre, & Canhao, 2013). A gestão de fadiga na FAP, ou em qualquer outra entidade, tem que reunir informação credível para poder atuar convenientemente, proteger os seus trabalhadores e assegurar condições de segurança de voo.

4.2.1. Informação e aplicação

Os tripulantes entrevistados reportaram que são informados sobre os perigos da fadiga na segurança de voo sobretudo através das formações periódicas da Secção de Treino Fisiológico e no *Safety Day* anual, no entanto, esta formação e informação é vista como insuficiente, havendo inclusive opiniões que classificam este assunto como desvalorizado. Um piloto comandante entrevistado com mais de 2500 horas de voo, referiu que este assunto é abordado na formação básica e ao longo do tirocínio, “...o que significa que a informação que temos pode de certa forma ser menosprezada ou até não lhe ser dada a devida importância, por acharmos que apesar de cansados tudo vai correr bem”. O mesmo elemento refere que antes de cada voo é calculado o risco associado que inclui o fator fadiga, “...tirando isso nunca é falado, apenas temos em atenção não exceder o “crew duty”. De salientar que a grande maioria das missões da Esquadra são executadas/planeadas no “crew duty” máximo”.

Os elementos de manutenção, por sua vez, referiram que em teoria têm informação suficiente acerca do risco que a fadiga representa na segurança de voo apesar de serem



relembrados com pouca frequência, porém, por vezes a vontade de terminar tarefas para aprontar aeronaves leva a que se vá além do que se deveria.

4.2.2. RFA 500-2 Regulamento de Serviço Aéreo

O Regulamento de Serviço Aéreo tem como finalidade geral definir e regular a prestação de serviço aéreo a bordo das aeronaves da FAP. No âmbito desta investigação, o foco deste regulamento será direcionado para o capítulo 4 “*Períodos e limitações de atividade aérea e descanso do tripulante*”, que visa definir para os tripulantes os períodos mínimos de descanso e máximos de atividade aérea, os máximos diários, semanais, mensais, trimestrais e anuais de horas de voo, critérios de nomeação para voo e ainda situações de exceção (EMFA, 2010).

Ao questionar tripulantes quanto à sua atual adequabilidade, apenas o piloto de F-16 referiu que este se encontra adequado para as funções que desempenha no momento. Dois tripulantes referiram que é adequado com a condição inalterável de cumprir escrupulosamente as regras que nele constam e não usar o sempre o *crew duty day* máximo como referência. Associada a esta opinião vem também a indicação de tentar minimizar as descolagens entre as 22h00 e as 06h00 sempre que possível, não pondo, no entanto, em causa missões prioritárias e de carácter de urgência. Acrescentam também que algumas expressões neste regulamento deveriam ser alteradas por forma a não originarem interpretações dúbias, como é o caso de “deve VS tem de, não deve VS não pode”. Os restantes tripulantes entrevistados defenderam a necessidade de reformulações.

O Coronel Piloto Aviador Hélder Rebelo, referiu que o regulamento “...*efetivamente necessita de atualização, ou seja, adaptar-se às novas realidades e necessidades de descanso de tripulações VS gestão da fadiga*...” e que deveria ser dada mais atenção à situação dos alertas. Por exemplo, um piloto experiente de EH101 referiu que em situações de carácter urgente, missões em que estejam em risco vidas humanas, o manual não define um limite para dias e saídas de alerta consecutivos, estipulando apenas um máximo de 6 dias consecutivos para voos planeados.

A especificação detalhada dos estados de prontidão para as diferentes aeronaves surge como um ponto fulcral na opinião dos tripulantes experientes entrevistados para este trabalho de investigação, em detrimento de uma regulamentação mais geral que se aplica a todos os tipos de voo e aeronaves. Relativamente ao período de descanso mínimo de 12 horas, o regulamento define que este pode ser excecionalmente reduzido para 8 horas por determinação do Tenente-General Comandante Aéreo. É da opinião deste Coronel e de mais



pilotos entrevistados, que este período de descanso apenas deve ser reduzido para 8 horas no caso destas se encontrarem incluídas no período noturno e que não deve acontecer duas vezes consecutivas. Caso haja esta redução para 8 horas de descanso, o tempo máximo de atividade aérea seguinte deverá ter um máximo de 12 horas e apenas um voo. Em acrescento, foi referido que não deve haver redução para um descanso de 8 horas quando a missão precedente cruzou mais de dois fusos horários ou foi efetuada parcial ou totalmente no período noturno compreendido entre as 02h00 e 06h00.

De acordo com a Capitão Médica Cristiana Silva, “...o ser humano não tem botão de ligar e desligar quando quer. Para obter um descanso adequado e as horas de sono necessárias para manter a homeostase das funções fisiológicas, é necessário haver uma preparação para o mesmo e uma tentativa de respeito pelos ritmos circadianos. Considero, portanto, que os tempos de descanso devem ser mantidos, de forma a diminuir a fadiga e o risco de erro humano e de acidentes.”

Pilotos comandantes referiram também a importância de ajustar pormenores na tabela de períodos máximos de atividade aérea. Um referiu que deveria ser adicionada uma nota indicando que uma tripulação básica não pode exceder um período de 8 horas *on station* e outro mencionou o facto de não estarem contempladas as missões noturnas realizadas em helicópteros, nomeadamente SAR operacional/treino e outras missões que, pela natureza do voo a baixa altitude e perfis altamente variáveis em curtos períodos de voo, aumentam a carga de trabalho das tripulações e consequente fadiga.

Em entrevista ao Coronel Piloto Aviador José Pacheco, este referiu que os limites para o transporte e para o patrulhamento marítimo/SAR jamais poderão ser os mesmos, havendo assim necessidade de criar critérios mais específicos para cada tipo de missão.

Relativamente à dificuldade encontrada nos destacamentos, foi referida a necessidade de se considerar uma tripulação extra nas Esquadras de *long range* para melhor gestão e mitigação da inevitável fadiga acumulada a que os tripulantes se encontram sujeitos, o que acrescenta o benefício da experiência dada aos participantes.

4.2.3. Gestão da fadiga nos elementos de manutenção

Elementos de manutenção entrevistados referiram que é frequente ter de prolongar as atividades de manutenção para fora das horas normais de serviço. Por exemplo, em entrevista a um elemento de manutenção da Esquadra 601, este afirmou que geralmente esta situação acontece 3 a 4 dias por semana numa média de 2 a 3 horas. Em Esquadras que mantêm



serviços de alerta 24H, estes episódios acontecem muitas vezes até se ter a aeronave de alerta pronta, independentemente da hora a que isso vai acontecer.

Estes militares consideram também que deveria haver um regulamento para as necessidades de serviço e descanso do pessoal de manutenção, com especial atenção para os militares que são também tripulantes. No caso da Esquadra 601, em particular, a equipa de manutenção destacada é geralmente reduzida e frequentemente tripulantes que são também elementos de manutenção têm que dar apoio de manutenção após aterragem. Outro aspeto referido tem a ver com as situações em que se encontram quando destacados, para além de serem menos elementos na equipa, são frequentemente alojados em quartos comuns, não lhes sendo possível muitas vezes um descanso adequado.

A Capitã Médica Cristiana Silva referiu que um turno de trabalho de elevada exigência física e/ou mental pode levar a cansaço/fadiga mais rapidamente, nomeadamente se se trata de um trabalho realizado em padrões de atividade repetitiva, em condições ambientais adversas, em horas fora do ritmo circadiano, sem possibilidade de realizar pausas, etc. Legalmente, existe uma estipulação de 5 horas máximas de trabalho seguido, ao fim das quais deve ser realizado uma pausa (não considerando o tempo para a refeição principal) de tempo não inferior a 30 minutos conforme o artigo 114º da Lei nº 35/2014 – Lei Geral do Trabalho em Funções Públicas.

Existe uma supervisão delegada aos inspetores de manutenção por forma a gerir o trabalho dos seus mecânicos, porém, esta gestão fica assim dependente da visão e nível de exigência destes inspetores, que têm formação em Fatores Humanos, mas que não incorrem necessariamente numa uniformização de condições de trabalho. De acordo com John E. O'Brian, antigo director de engenharia e segurança de voo na ALPA (*Air Line Pilots Association*), “...no matter how interested individual employees might be, or what assistance a manufacturer offers, or how insistent a certificating authority might be—none of these factors will have a significant effect on safety without support from top management.”

4.2.4. Síntese conclusiva e resposta à QD2

Em resposta à QD2, *Como é realizada a gestão da fadiga em tripulações e elementos de manutenção na FAP?*, conclui-se que apesar dos elementos da FAP terem recebido informação relativa à fadiga essencialmente durante os cursos de formação básica, e refrescamento nos cursos de fisiologia de voo ministrados pela Secção de Treino Fisiológico



a cada 4 anos, a gestão é baseada quase exclusivamente pelo cumprimento do Regulamento de Serviço Aéreo, o qual não contempla os elementos de manutenção.

4.3. Resposta à QC

Em resposta à QC, *será que é possível otimizar a gestão da fadiga em tripulações e elementos de manutenção da FAP?*, conclui-se que a gestão da fadiga em tripulantes na FAP vai de encontro a muitas necessidades de mitigação deste fator, no entanto, tem margem para alguns melhoramentos a nível de especificações para cada tipologia de missão/aeronave. No caso dos elementos de manutenção, verificou-se que não existe regulamentação para a gestão de fadiga nestes militares, sendo a sua otimização uma necessidade cada vez mais emergente face ao decréscimo de recursos humanos disponíveis nas manutenções das Esquadras de Voo da FAP.



5. Conclusões

“My mind clicks on and off...I try letting one eyelid close at a time while I prop the other open with my will. But the effort’s too much. Sleep is winning. My whole body argues dully that nothing, nothing life can attain, is quite so desirable as sleep.”

(Lindbergh, 1953)

Dada a conjuntura atual da FAP, torna-se cada vez mais habitual a necessidade de prolongar a atividade aérea de tripulantes e tempos de trabalho de equipas de manutenção para além das horas normais de serviço, sendo este prolongamento traduzido posteriormente em maiores e preocupantes reações de fadiga.

Metodologicamente, este estudo caracteriza-se por um raciocínio indutivo, assente numa investigação qualitativa e no desenho de pesquisa de estudo de caso. A investigação tem como base a análise documental, entrevistas feitas a militares experientes que desempenham estas funções, bem como a um profissional especializado do setor de saúde da FAP.

Face à análise e discussão realizadas, conclui-se, antes de mais, que o reporte de sintomas de fadiga tem que ser proactivo por forma a mitigar as suas consequências. Para que as contramedidas aplicadas possam ter sucesso, sintomas preocupantes de fadiga não podem ser menosprezados, contribuindo assim para uma gestão de fadiga adequada, em prol da segurança de voo.

Uma vez que diferentes durações de voo resultam em diferentes intensidades e tipos de fadiga, distintos limites regulatórios de gestão deverão ser tidos em consideração pelas autoridades de aviação (Reis, Mestre, Canhao, Gradwell, & Paiva, 2016). Face ao praticado atualmente na FAP, considera-se que se poderia traduzir num melhoramento a especificação mais detalhada de situações como tempos máximos de permanência de alerta, que atividades é que os tripulantes de alerta podem efetuar, quantas missões podem realizar ou número de voos, tempo de atividade de voo em função da hora de ativação, se as tripulações de alerta devem ser reforçadas, entre outros.

Da experiência do Coronel Piloto Aviador Hélder Rebelo, piloto com 33 anos de serviço e mais de 5000 horas de voo, foi possível compreender melhor o surgimento e evolução do Regulamento de Serviço Aéreo, que nasce num período de introdução de novas missões e novos sistemas de armas na FAP, porém, ao longo dos anos foram sendo



identificadas necessidades de melhoria na área da gestão de fadiga que exigiram alguma atenção, levando a atualizações. Estas necessidades ainda se mantêm, por novas experiências o terem revelado. A gestão da fadiga na aviação é um assunto em permanente atualização e novas evidências científicas ou episódios vivenciados trazem particularidades que solicitam a definição de novas fronteiras por forma a contribuir ativamente para a prevenção de acidentes.

Relativamente aos elementos de manutenção, a não existência de regulamentação na FAP para gestão de fadiga nestes militares constitui uma preocupação crescente face ao défice de efetivos. Existe já informação obtida por estudos internos que um dos fatores de risco mais preponderantes na manutenção dos Sistemas de Armas da FAP é, de facto, a fadiga nos mecânicos.

Desta forma, têm-se como **principais contributos** derivados da presente investigação os seguintes pontos:

- A fadiga afeta os tripulantes da FAP nos mesmos moldes daqueles já verificados cientificamente na aviação civil e militar estrangeira, sendo os sintomas mais reportados a falta de *situational awareness* e a diminuição do tempo de reação;
- O mau planeamento constitui uma das causas que mais contribui para o desenvolvimento do fator fadiga;
- A gestão de fadiga nos tripulantes pode ser melhorada em algumas situações específicas refletidas no Regulamento de Serviço Aéreo;
- Não existe regulamentação para a gestão de fadiga nos elementos de manutenção da FAP, facto que suscita algumas preocupações no que concerne à prevenção de acidentes.

Esta investigação aporta três **limitações** que importa salientar:

- Foi totalmente elaborada durante a pandemia COVID19 que assolou o país, tendo limitado o auditor a entrevistas não presenciais. De modo a colmatar esta limitação, foi simplificado o guião de entrevistas e o estudo reforçado com análise documental.
- Não existe estatística disponível na IGFA referente a acidentes e incidentes causados por fadiga, dentro do grupo causas por erro humano;
- Não existem estudos científicos realizados por parte da FAP sobre o tema da fadiga nos seus militares.

Respeitante a **estudos futuros**, julga-se pertinente analisar o impacto que o erro humano – fadiga têm na segurança de voo por parte das equipas de manutenção, assim como qual a aplicabilidade de conceitos análogos ao *crew rest* e *crew duty day* com vista a criar



tempos máximos de serviço e tempos mínimos de descanso, visando a diminuição de erro por parte da manutenção.

Decorrente do presente trabalho de investigação, **recomenda-se** a revisão do Regulamento de Serviço Aéreo por forma a colmatar falhas na prevenção de fadiga nas tripulações. Recomenda-se também que seja criada regulamentação de gestão de fadiga nos elementos de manutenção para que se possam garantir condições de maior segurança nas manutenções e nas aeronaves.



Referências Bibliográficas

- Brown, J. R., & Antunano, M. J. (2009). *Circadian Rythm Disruption and Flying*. Retrieved Maio 2020, from Federal Aviation Administration: https://www.faa.gov/pilots/safety/pilotsafetybrochures/media/Circadian_Rhythm.pdf
- Bultmann, U., Kant, I., Kasl, S., Beurskens, A. J., & van den Brandt, P. A. (2000). *Fatigue and psychological distress in the working population. Psychometrics, prevalence and correlates*. Journal of Psychosomatic Research, pp. 445-452.
- Caldwell, J. A. (2005). *Fatigue in aviation. Travel Medicine and Infectious Disease* (Vol. 3). Elsevier.
- Caldwell, J., & Caldwell, J. L. (2003). *Fatigue in Aviation*. Vermont: Ashgate Publishing Company.
- Capt. Iltis, M. J. (1986, May). *No Sweat*. The MAC Flyer, 33, pp. 8-10. Department of The Air Force USA.
- Civil Aviation Authority (CAA) (2002). *An Introduction to Aircraft Maintenance Engineering Human Factors for JAR 66*. United Kingdom: The Stationary Office.
- Civil Aviation Authority (CAA) (2003). *Work Hours of Aircraft Maintenance Personnel*. In S. Folkard, CAA Paper 2002/06. United Kingdom: Safety Regulation Group.
- Civil Aviation Safety Authority (CASA) (2012). *Fatigue Management Strategies for Aviation Workers: A Training & Development Workbook*. Fatigue Management for the Australian Aviation Industry. Australian Government.
- Chefe de Estado-Maior General das Forças Armadas (CEMGFA) (2019). *Hora da Verdade*. Lisboa, Lisboa, Portugal.
- Conselho Superior de Defesa Nacional (CSDN) (2014). *Missões atribuídas às Forças Armadas*. Lisboa: Ministério Defesa Nacional.
- Decreto-Lei 139/2004, de 5 Junho 2004. *Limites dos tempos de serviço de voo e repouso do pessoal móvel da aviação civil*. Diário da República N°132/2004, Série I-A. Lisboa, Portugal: Ministério das Obras Públicas, Transportes e Habitação.
- Decreto-Lei 233/96, de 7 dezembro de 1996. *Estatuto dos militares em missões humanitárias e de paz no estrangeiro*. Diário da República N°283/1996, Série I-A. Lisboa, Portugal: Ministério Defesa Nacional.



- Decreto-Lei 253/95 de 30 de setembro 1995. *Sistema Nacional para a Busca e Salvamento Aéreo*. Diário da República N°227/1995, Série I-A. Lisboa, Portugal: Ministério Defesa Nacional.
- Department of Defense (DOD) (2020). *DOD Dictionary of Military and Associated Terms*. Washington DC: US Department of Defence.
- Dhaliwal, S., & Carter, R. E. (2019, February 15). *Aerospace, Assessment Of Fitness For Duty*. National Center for Biotechnology Information.
- Estado-Maior da Força Aérea (EMFA) (2010). *RFA 500-2 Regulamento de Serviço Aéreo*. Lisboa: Força Aérea Portuguesa.
- Eriksen, C. A., Akerstedt, T., & Nilsson, J. P. (2006). *Fatigue in trans-Atlantic airline operations: diaries and actigraphy for two vs. three-pilot crew*. Aviation and Space and Environmental Medicine, 605-612.
- Fachada, C., Ranhola, N., Marreiros, J., & Santos, L. (2020). *Normas de Autor no IUM* (3ª ed., Vol. revista e atualizada). IUM Atualidade, 7, Lisboa, Portugal: Instituto Universitário Militar.
- Federal Aviation Administration. (2010, June 6). *Basics on Aviation Fatigue*. Advisory Circular 120-100. U.S. Department of Transportation.
- Federal Aviation Administration. (2016, February 12). *Maintainer Fatigue Risk Management*. Advisory Circular, 120-115. U.S. Department of Transportation.
- Gander, P. H., Gregory, K. B., Connell, L. J., Graeber, R. C., Miller, D. L., & Rosekind, M. A. (1998). *Flight crew fatigue IV: overnight cargo operations*. pp. 69:B26-B36.
- Goker, Z. (2018, December). *Fatigue in The Aviation: An Overview of the Measurements and Countermeasures*. Journal of Aviation, 2, 185-194.
- Hawkins, F. H. (1987). *Human Factors in Flight*. New York, USA: Routledge.
- Hirshkowitz, M., Whiton, K., Alessi, C., Bruni, O., Hazen, N., Herman, J., Ware, J. (2016). *National Sleep Foundation's updated sleep duration recommendations: Final report*. Sleep Health, 1 (4), pp. 233-243.
- Hobbs, A., Avers, K. B., & Hiles, J. J. (2011). *Fatigue Risk Management in Aviation Maintenance: Current Best Practices and Potential Future Countermeasures*. Federal Aviation Administration. Washington, DC: Office of Aerospace Medicine.
- Instituto Universitário Militar (IUM) (Setembro de 2018). NEP/INV - 001 (O). *Trabalhos de Investigação*. Pedrouços, Lisboa, Portugal: Instituto Universitário Militar.



- Instituto Universitário Militar (IUM) (Fevereiro de 2020). NEP/INV - 003 (A1). *Estrutura e Regras de Citação e Referenciação de Trabalhos Escritos a Realizar no Instituto Universitário Militar*. Pedrouços, Lisboa, Portugal: Instituto Universitário Militar.
- International Air Transportation Aviation (IATA) (2018). *20-Year Air Passenger Forecast*. International Air Transportation Aviation. International Air Transportation Aviation.
- International Civil Aviation Organization (ICAO) (2010). *Guidance Material for Development of Prescriptive Fatigue Management Regulations* (Vols. Annex 6 - Attachment A).
- International Civil Aviation Organization (ICAO) (2012). *Manual of Civil Aviation Medicine*. Doc 8984 AN/895, Third Edition.
- International Civil Aviation Organization (ICAO) (2015). *Fatigue Management Guide for Airline Operators* (Second Edition ed.).
- International Civil Aviation Organization (ICAO) (2016). *Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches* (Vol. Second Edition).
- International Civil Aviation Organization (ICAO) (2011, July). *Fatigue Risk Management Systems. Implementation Guide for Operators*. 1st Edition.
- Krupp, L. B., LaRocca, N. G., Muir-Nash, J., & Steinberg, A. D. (1989). *The fatigue severity scale. Application to patients with multiple sclerosis and systemic lupus erythematosus*. Archives of Neurology, 46, 1121-1123.
- Lei nº 35/2014, de 20 Junho 2014. *Lei Geral do Trabalho em Funções Públicas*, Diário da República nº117/2014, Série I. Lisboa, Portugal: Assembleia da República.
- Lindbergh, C. (1953). *The Spirit of St Louis*. United States of America: Charles Scribner's Sons.
- Miller, J. C., & Melfi, M. L. (2006, January). *Causes and Effects of Fatigue in Experienced Military Aircrew*. Texas: Air Force Research Laboratory.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA) (1986, June 6). *Report of the Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident*. Retrieved from <https://history.nasa.gov/rogersrep/genindex.htm>
- National Transportation Safety Board (NTSB) (1994). *Uncontrolled Collision with Terrain*. Washington, D.C.: NTSB.
- North Atlantic Treaty Organization (NATO) (2016). *Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations* (Edition B Version 1 ed.). NATO Standardization Office.



- North Atlantic Treaty Organization (NATO) (2019). *Nato Glossary of Terms and Definitions AAP-6 (2019)*. Brussels: NATO Standardization Agency.
- Nunnely, S. A., & Stribley, R. F. (1979, June). *Fighter Index of Thermal Stress (FITS): Guidance for Hot-Weather Aircraft Operations*. Aviation, Space and Environmental Medicine, pp. 639-642.
- Petrie, K. J., Powell, D., & Broadbent, E. (2011). *Fatigue self-management strategies and reported fatigue in international pilots*. Ergonomics, 47, 461-468.
- Portaria nº 306/2020 de 26 de março de 2020. *Participação Nacional na Operação Sea Guardian referente a 2020*. Diário da República nº61/2020, Série II. Lisboa, Portugal: Defesa Nacional - Gabinete do Ministro.
- Powell, D. M., Spencer, M. B., Holland, D., Broadbent, E., & Petrie, K. (2007). *Pilot Fatigue in Short-Haul Operations: Effects of Numbers of Sectors, Duty Length, and Time of Day*. Aviat Space Environ Med., 78(7), 698-701.
- Prieto, A. S. (2013). *Fatores Humanos na Manutenção de Sistemas de Armas*. Sintra: Academia da Força Aérea Portuguesa.
- Reis, C., Mestre, C., & Canhao, H. (2013, August). *Prevalence of Fatigue in a Group of Airline Pilots* (Vols. 84, No. 8). Aviation, Space and Environment Medicine.
- Reis, C., Mestre, C., Canhao, H., Gradwell, D., & Paiva, T. (2016, September). *Sleep and Fatigue Differences in the Two Most Common Types of Commercial Flight Operations*. Aerospace Medicine and Human Performance, 87, No. 9, pp. 811-815.
- Roach, G. D., Sargent, C., Darwent, D., & Dawson, D. (2012). *Duty periods with early start times restrict the amount of sleep obtained by short-haul airline pilots*. Accid Anal Prev., 45.
- Rodrigues, P. J. (2013, outubro). *Vulnerabilidade ao stress, qualidade do sono, fadiga e consumo de substâncias em estudantes universitários*. Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz.
- Rosekind, M. R., Gander, P. H., Miller, D. L., Gregory, K. B., Smith, R. M., Weldon, K. J., Lebacqz, J. V. (1994). *Fatigue in Operational Settings: Examples from the Aviation Environment*. Human Factors, 36 (2), pp. 327-338.
- Santos, L.A.B., & Lima, J.M.M. (Coord.) (2019). *Orientações Metodológicas para a Elaboração de trabalhos de Investigação* (2.^a ed., revista e atualizada). Cadernos do IUM, 8. Lisboa: Instituto Universitário Militar.



- United States Air Force (USAF) (2016). *Air Force Guidance Memorandum to AFI 11-202V3 - General Flight Rules*. Washington DC: Department of the Air Force.
- Valko, P. O., Bassetti, C. L., Bloch, K. E., Held, U., & Baumann, C. R. (2008, November). *Validation of the Fatigue Severity Scale in a Swiss Cohort*. 31, No. 11(Sleep), pp. 1601-1607.
- Vicente, J. (2019). *Três décadas de participação da Força Aérea Portuguesa em Operações da NATO*. Revista Militar.
- Wright, J. P., Bogan, R. K., & Wyatt, J. K. (2013). *Shift work and the assessment and management of shift work disorder (SWD)*. Sleep Med Rev, 17, 41-54.



Apêndice A — Modelo de Análise

Tema	A fadiga nas tripulações e nos elementos de manutenção na Força Aérea Portuguesa				
Objetivo Geral:	Avaliar a possibilidade de otimizar a gestão da fadiga nas tripulações e nos elementos de manutenção da FAP				
Objetivos Específicos	Questão Central	Será que é possível otimizar a gestão da fadiga nas tripulações e nos elementos de manutenção da FAP			
	Questão Derivada	Conceito	Dimensão	Indicador	Técnicas
OE1 Analisar as causas e efeitos da fadiga em tripulações e elementos de manutenção	QD1 Quais as causas e efeitos da fadiga que mais atingem os tripulantes e elementos de manutenção	Fadiga <i>Crew duty day</i> <i>Crew rest</i>	Humana NATO	Sucesso de missões Acidentes ou incidentes ocorridos Estado físico e psicológico	Análise documental Entrevistas Semiestruturadas
OE2 Analisar a gestão da fadiga em tripulações e elementos de manutenção na FAP	QD2 Como é realizada a gestão da fadiga em tripulações e elementos de manutenção na FAP	Fadiga <i>Crew duty day</i> <i>Crew rest</i>	Humana Força Aérea	Sucesso de missões Acidentes ou incidentes ocorridos Estado físico e psicológico	Análise documental Entrevistas Semiestruturadas



Apêndice B – Guiões das entrevistas semiestruturadas

Guião da entrevista semiestruturada para a oficial médica neurologista e especialista na área da vigília e do sono – CAP/MED Cristiana Silva do Centro de Medicina Aeronáutica

1. Do ponto de vista médico, como é que uma alteração dos ciclos circadianos pode afetar a *performance* do ser humano?
 - 1.1. Esse resultado pode ser facilmente identificado?
2. O modelo de Drew Dawson da Universidade do Sul da Austrália de 1997 intitulado “*Fatigue, alcohol and performance impairment*” refere que a fadiga pode ser comparada a presença de álcool no sangue, mais em concreto, 17 horas de permanente vigília corresponde a 0,05 g/dl, e 24 horas a 0,1g/dl. Concorda com o emprego deste modelo como fundamento para a aplicação de regras de horários de trabalho?
3. Considera que o consumo de bebidas alcoólicas (dentro do limite legal) é uma boa opção para induzir o sono?
4. Considera vantajoso fazerem-se *power naps* em voos longos para membros de tripulação que têm a possibilidade de serem rendidos?
5. Existe fadiga acumulada?
 - 5.1. Se sim, tem conhecimento de casos clínicos resultantes de fadiga acumulada na FAP? Em havendo, em média, quanto tempo levam a resolver-se/recuperar?
6. Do seu ponto de vista, um tripulante que cumpra as 12 horas de descanso previstas (por exemplo, terminou a atividade aérea às 13:00 e retoma às 01:00) está descansado e pronto para retomar a atividade, mesmo tendo cumprido as indicações do Manual de Serviço Aéreo?
 - 6.1. Se sim, durante quanto tempo é viável manter este ritmo sendo que está fora do seu ritmo circadiano normal?
7. Nos casos de elementos de manutenção, um militar que se encontre em serviço a trabalhar com materiais que exigem uma atenção redobrada, poderá apresentar sintomas de fadiga mais cedo do que o esperado?
 - 7.1. Se sim, qual o limite de horas seguidas máximo que considera que deve trabalhar?
8. A par do decrescente número de militares presentes na FAP, considera plausível reduzirem-se os tempos de descanso neste momento aplicados na nossa instituição?



Guião da entrevista semiestruturada para tripulantes

1. Quantos anos tem de experiência como tripulante? Traduz-se em quantas horas de voo?
2. Considera que os tripulantes têm informação suficiente acerca do risco que a fadiga representa na segurança de voo?
 - 2.1. Com que frequência são lembrados dos cuidados a ter para evitar situações de fadiga?
3. É frequente ter a possibilidade de descansar em voo sem comprometer a segurança de voo?
 - 3.1. Se sim, costuma fazer *power naps*? De quanto tempo? Considera benéfico?
4. Quanto tempo em média leva a adormecer num dia normal?
 - 4.1. Se estiver mais cansado leva o mesmo tempo a adormecer?
5. Costuma tomar alguma coisa para ajudar a adormecer quando precisa de trabalhar fora do ritmo circadiano?
6. Como tripulante, e da sua experiência, quais as causas mais relevantes que contribuem para a fadiga?
7. Dada a sua experiência, quais são os sinais mais evidentes de fadiga?
8. Tem presente alguma missão que podia ter corrido melhor porque a tripulação já estava a apresentar sinais de fadiga?
 - 8.1. Se sim, considera frequente, nomeadamente em destacamentos?
9. Considera que o Regulamento de Serviço Aéreo 500-2 está adequado para as necessidades de serviço e descanso dos tripulantes?
 - 9.1. Se não, o que mudaria?



Guião da entrevista semiestruturada para elementos de manutenção

1. Quantos anos tem de experiência como elemento de manutenção?
2. Considera que os elementos de manutenção têm informação suficiente acerca do risco que a fadiga representa na segurança de voo?
 - 2.1. Com que frequência são lembrados dos cuidados a ter para evitar situações de fadiga?
3. É frequente ter de prolongar as atividades de manutenção para fora das horas normais de serviço?
 - 3.1. Se sim, quão frequente? Durante quanto tempo? Considera que poderá pôr em causa a *performance* dos elementos de manutenção?
4. Quanto tempo em média leva a adormecer num dia normal?
 - 4.1. Se estiver mais cansado leva o mesmo tempo a adormecer?
5. Costuma tomar alguma coisa para ajudar a adormecer quando precisa de trabalhar fora do ritmo circadiano?
6. Como elemento de manutenção, e da sua experiência, quais as causas mais relevantes que contribuem para a fadiga?
7. Dada a sua experiência, quais são os sinais mais evidentes de fadiga?
8. Tem presente algum incidente que podia ter sido evitado porque os elementos de manutenção já estavam a apresentar sinais de fadiga?
 - 8.1. Se sim, considera frequente, nomeadamente em destacamentos?
9. Considera que o Regulamento de Serviço Aéreo 500-2 (que contém a definição dos tempos máximos de serviço e tempos obrigatórios de descanso para pessoal tripulante) devia incluir um capítulo para as necessidades de serviço e descanso dos elementos de manutenção?
10. Se sim, na sua opinião o que acha que deveria conter esse capítulo?



Anexo A – Método de bandeiras no sistema FITS

Flag Conditions, Based on WBGT readings ONLY
<p>Definitions</p> <p>For the purpose of flag conditions, essential activities are those basic to the completion of the assigned mission of the Naval Station and tenant commands, they can not be suspended or delayed without a serious effect on mission accomplishment. Leadership must ensure proper acclimatization and implementation of Operational Risk Management(ORM) to ensure mission accomplishment. [COMNAVACTSPAININST 3140.2]</p>
<p>Green Flag (80°-84.9° WBGT)- Utilize discretion in planning heavy exercise for unacclimatized personnel because the environment is at a marginal heat stress limit for all personnel.</p> <ul style="list-style-type: none">• Heavy exercise for unacclimatized personnel should be conducted with caution and under responsible supervision. Buddy system is recommended.• Heavy exercise for acclimated personnel is unrestricted.• Drink 1 quart of cool water per hour. Use 75% work and 25% rest for outdoor work (example: 45 minutes work and 15minutes rest). Heat cramps and heat exhaustion possible with continued exposure.
<p>Yellow Flag (85°-87.9° WBGT)- Strenuous exercise and activity must be curtailed or markedly reduced for new and unacclimatized personnel during the first 2 weeks of heat exposure. Heat stress can occur.</p> <ul style="list-style-type: none">• Strenuous exercise is limited to those acclimated 14 days or longer.• Drink 1-2 quarts of cool water per hour. Use a "buddy system" and have teams monitor each other's condition. Use 50% work and 50% rest* (example: 30 minutes work and 30 minutes rest). Heat cramps likely. Heat stroke and heat exhaustion possible with continued exposure.
<p>Red Flag (88°-89.9° WBGT)- Strenuous exercise must be curtailed for all personnel with less than 12 weeks training in hot weather. Heat stress is likely to occur.</p> <ul style="list-style-type: none">• All physical training should be halted for those who have not become thoroughly acclimated by at least 30 days of physical activity at this temperature. Those who are acclimated may carry on limited activity.• Drink 2 quarts of cool water per hour. Use a "buddy system" and have teams monitor each other's condition. Use 25% work and 75% rest (example: 15 minutes work with 45 minutes rest). Heat stroke possible with continued exposure.
<p>Black Flag (>90° WBGT)- Non-Mission essential physical training and strenuous exercise must be suspended for all personnel. Heat stress will occur in most cases.</p> <ul style="list-style-type: none">• Outdoor work should be limited to critical missions only (requires commander approval). Use 25% work and 75% rest (example: 15 minutes work with 45 minutes rest). Use a "buddy system" and have teams monitor each other's condition. Drink 2 quarts of cool water per hour. Heat stroke likely with continued exposure.
<div>Close</div>

Figura 7 – Condição de bandeiras, baseado apenas nas leituras de WBGT.

Fonte: <https://www.med.navy.mil/sites/nhrota/explPopup.htm>